



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑩ **Offenlegungsschrift**
DE 40 25 837 A 1

⑤1 Int. Cl.⁵:
G 01 B 5/20
G 01 R 33/12
// G 01 P 3/42,3/495

②1 Aktenzeichen: P 40 25 837.8
②2 Anmeldetag: 16. 8. 90
④3 Offenlegungstag: 20. 2. 92

DE 40 25 837 A 1

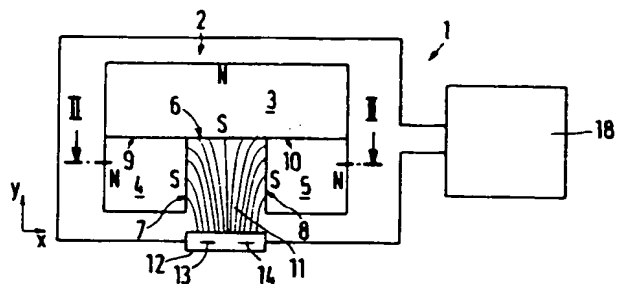
⑦1 Anmelder:
VDO Adolf Schindling AG, 6000 Frankfurt, DE

⑦4 Vertreter:
Knoblauch, U., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Knoblauch, A.,
Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anwälte, 6000 Frankfurt

⑦2 Erfinder:
Benda, Franz; Padeffke, Erwin, 6000 Frankfurt, DE

⑤4 **Hallsensor**

⑤7 Es wird ein Hallsensor mit mindestens einem Hallelement (13, 14) angegeben, das einer Magnetfelderzeugungseinrichtung (2) benachbart angeordnet ist.
Bei einem derartigen Hallsensor möchte man die Einflüsse von Inhomogenitäten ausschließen, die durch eine ungenaue Montage auftreten können, und die Montage erleichtern.
Dazu weist die Magnetfelderzeugungseinrichtung (2) auf der dem Hallelement (13, 14) zugewandten Seite eine konturierte Polfläche auf, deren Querschnittsform mindestens zwei Abschnitte (7, 8) aufweist, die mit der Ebene des Hallelements (13, 14) einen Winkel einschließen, wobei die Magnetfeldrichtung an der Polfläche im wesentlichen senkrecht zur Oberfläche verläuft.



DE 40 25 837 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Hallsensor mit mindestens einem Hallelement, das einer Magnetfelderzeugungseinrichtung benachbart angeordnet ist.

Derartige Hallsensoren werden auch als "aktive" Hallsensoren bezeichnet. Die Magnetfelderzeugungseinrichtung weist einen Magneten mit zwei ebenen Polflächen auf, wobei das Hallelement einer Polfläche benachbart angeordnet ist. Das Magnetfeld tritt senkrecht aus den Polflächen aus, durchsetzt das Hallelement und schließt sich zum anderen Pol des Magneten. Zum Erfassen einer Drehzahl oder einer Geschwindigkeit eines an dem Hallsensor vorbei bewegten Objekts weist das Objekt beispielsweise Zähne aus einem magnetisch leitenden Material auf. Das Magnetfeld, das durch die Magnetfelderzeugungseinrichtung erzeugt wird, wird durch diese Zähne moduliert, d. h. die Stärke und die Richtung des das Hallelement durchsetzenden Magnetfeldes wird verändert. Zur Auswertung dieser Magnetfeldänderungen ist das im allgemeinen als flächenhafter Leiter ausgebildete Hallelement senkrecht zur Hauptrichtung des Magnetfeldes angeordnet. Wenn ein Strom konstanter Stärke senkrecht zum Magnetfeld durch das Hallelement geleitet wird, läßt sich in einer Richtung senkrecht zum Strom und senkrecht zum Magnetfeld eine sich proportional zur Stärke des Magnetfeldes ändernde Spannung abnehmen.

Bei aktiven Hallsensoren dieser Art muß das Hallelement möglichst nahe an der Polfläche angeordnet sein, d. h. der Abstand zwischen Polfläche und Hallelement soll so gering wie möglich gehalten werden. Oft ist das Hallelement unmittelbar auf der Polfläche befestigt. Diese Anordnung hat jedoch den Nachteil, daß sich Inhomogenitäten des Magneten stark bemerkbar machen. Der Einfluß der Inhomogenitäten kann genauso groß werden wie der Einfluß von im Abstand vorbeitretenden Zähne. Aus diesem Grund ist es erforderlich, den Abstand zwischen den vorbeitretenden Zähnen und dem Hallelement ebenfalls stark zu verkleinern, etwa auf die Größenordnung des Abstandes zwischen Hallelement und Magnet. Dies erschwert die Fertigung, da mit hoher Präzision gearbeitet werden muß. Der Einsatz eines derartigen Sensors im Kraftfahrzeugbereich wird dadurch praktisch ausgeschlossen, da aufgrund der im Kraftfahrzeug auftretenden hohen Kräfte, beispielsweise durch Fahrbahnstöße, eine, wenn auch geringe, Verstellung des Abstandes zwischen Zähnen und Hallelement auftreten kann, die zu einer unerwünschten Veränderung des Ausgangssignals des Hallelements führt. Das Hallelement soll beim Vorbeilaufen der Zähne möglichst ein Ausgangssignal in Form einer Impulsfolge liefern, die ein Tastverhältnis von 50 : 50 aufweist, d. h. die Spannung mit hohem Pegel soll, genau wie die Spannung mit niedrigem Pegel, möglichst genau die Hälfte einer Periode umfassen. Tolerierbar sind auch Tastverhältnisse von 30 : 70 bis 70 : 30. Das Tastverhältnis ist aber nicht nur vom Abstand zwischen Hallelement und Zahn abhängig, sondern auch von der Anordnung des Hallelements in Bezug auf die Mitte der Polfläche. In der Regel ist nämlich davon auszugehen, daß das Magnetfeld über die Polfläche nicht homogen verläuft, sondern eine größere Stärke in der Mitte aufweist. Wenn das Hallelement von der Mitte weg verschoben montiert wird, ist es den dadurch bedingten Inhomogenitäten in stärkerem Maße ausgesetzt. Dies kann dazu führen, daß die vom Hallelement erzeugte Impulsfolge ein nicht mehr tolerierbares Tastverhältnis von kleiner

als 30 : 70 oder größer als 70 : 30 aufweist. Je größer der Abstand zwischen Hallelement und vorbeilaufenden Zähnen ist, desto genauer muß das Hallelement in der Mitte der Polfläche montiert werden.

Man hat auch versucht, ein dünnes Eisenplättchen auf die Polfläche zu legen, um das Magnetfeld zu homogenisieren. Auch diese Maßnahme hat keine entscheidende Verbesserung hervorgerufen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Hallsensor anzugeben, der bei geringeren Anforderungen an die Montagegenauigkeit zufriedenstellende Ausgangssignale liefert.

Diese Aufgabe wird bei einem Hallsensor der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die Magnetfelderzeugungseinrichtung auf der dem Hallelement zugewandten Seite eine konturierte Polfläche aufweist, deren Querschnittsform mindestens zwei Abschnitte aufweist, die mit der Ebene des Hallelements einen Winkel einschließen, wobei die Magnetfeldrichtung an der Polfläche im wesentlichen senkrecht zur Oberfläche verläuft.

Die Polfläche verläuft also nicht mehr parallel zur Ebene des Hallelements, sondern ist im Verhältnis zu ihr geneigt oder steht senkrecht zu ihr. Die gesamte Polfläche ist natürlich nach wie vor gleichnamig, bildet also den Nordpol oder den Südpol des Magneten. Durch die Konturierung der Polfläche ergibt sich eine Konzentration des Magnetfeldes in der durch die Neigung der Polflächenabschnitte gebildeten Ausnehmung. Diese Konzentration ergibt sich daraus, daß das Magnetfeld aus der Polfläche zunächst senkrecht austritt. Es kann sich aber nicht zu einem gleichnamigen Pol schließen, d. h. es kann nicht in der Ausnehmung wieder in den Magneten eintreten, sondern muß die Ausnehmung verlassen, um bei dem anderen Pol wieder in den Magneten eintreten zu können. Die freie Querschnittsfläche, die für das Magnetfeld zur Verfügung steht, ist also kleiner, als die Oberfläche der Polfläche, aus der das Magnetfeld austritt. Dem Hallelement steht also ein stärkeres oder konzentrierteres Magnetfeld zur Verfügung, so daß die Ausgangssignale, die ja unter anderem proportional zur Stärke des Magnetfeldes sind, ebenfalls stärker werden. Der Einfluß von Inhomogenitäten vermindert sich. Der Abstand zu vorbeilaufenden Zähnen kann vergrößert werden, ohne daß das Tastverhältnis den tolerierbaren Bereich verläßt. Darüber hinaus kann sogar eine Verschiebung des Hallelements gegenüber der Mitte der Polfläche akzeptiert werden, da erst relativ große Verschiebungen zu einem unbrauchbaren Ausgangssignal führen.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Magnetfelderzeugungseinrichtung aus mindestens zwei Magneten gebildet, deren Achsen einen Winkel miteinander einschließen. Die Polflächenabschnitte sind hierbei durch die Polflächen der einzelnen Magnete gebildet. Die Magnete sind so zusammengebaut, daß die Polflächen nicht koplanar sind, so daß eine Konzentration des magnetischen Flusses in der für den Austritt des Magnetfeldes zur Verfügung stehenden freien Querschnittsfläche erfolgt.

Mit Vorteil sind die Magnete als Permanentmagnete ausgebildet. Permanentmagnete auf Seltenen-Erden-Basis, beispielsweise SeCo-Magnete oder AlNiCo-Magnete, haben eine relative große Energiedichte, so daß sie in der Lage sind, ein ausreichend starkes Magnetfeld zu erzeugen. Bei Verwendung von Permanentmagneten entfällt die für die Erzeugung des Magnetfeldes notwendige Zufuhr von elektrischer Leistung und damit die

dafür notwendigen elektrischen Leitungen, was insbesondere im Kraftfahrzeugbereich erwünscht ist.

Mit Vorteil sind zwei Hallelemente vorgesehen. Für die Impulserzeugung kann dann in einer nachgeschalteten Auswerteeinrichtung beispielsweise die Differenz der Ausgangssignale beider Hallelemente verwendet werden. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn der Hallsensor die Bewegung einer Zahnstruktur erfaßt. Hierbei verstärkt sich der Fluß durch das eine Hallelement aufgrund eines sich nähernden Zahnes, während sich der Fluß durch das andere Hallelement aufgrund eines sich entfernenden Zahnes entsprechend vermindert.

Mit Vorteil sind die Abschnitte als ebene Flächen ausgebildet, wobei die Schnittlinie der diese Flächen aufnehmenden Ebenen mit der Ebene der Hallelemente parallel zur Trennungslinie zwischen den Hallelementen angeordnet sind. Die durch die Abschnitte gebildete Ausnehmung verläuft also in Form einer Rinne oder einer Nut, wobei die Richtung dieser Nut durch die Richtung der Trennungslinie zwischen den Hallelementen bestimmt ist. Entlang dieser Trennungslinie verläuft das Magnetfeld im wesentlichen homogen.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Magnetfelderzeugungseinrichtung symmetrisch zu einer senkrecht zur Ebene des Hallelements verlaufenden Symmetrieebene angeordnet. Die Magnetfelderzeugungseinrichtung erzeugt also ein im wesentlichen symmetrisches Magnetfeld.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform sind die beiden Abschnitte durch einen Verbindungsabschnitt miteinander verbunden, der im wesentlichen parallel zum Hallelement angeordnet ist. Die Polfläche des Magnetfelderzeugungselements hat also etwa die Form eines U. Das an den Wänden des U erzeugte Magnetfeld muß durch die Öffnung des U austreten. Dadurch erfolgt eine starke Konzentration des Magnetfelds.

Bevorzugterweise verlaufen die beiden Abschnitte annähernd senkrecht zur Ebene des Hallelements. Dies erleichtert die Montage. Ferner erlaubt diese Anordnung eine starke Konzentration des Magnetfeldes.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Darin zeigen:

Fig. 1 eine erste Ausführungsform eines Hallsensors,

Fig. 2 einen Schnitt II-II nach Fig. 1,

Fig. 3 eine weitere Ausführungsform eines Hallsensors und

Fig. 4 eine grafische Darstellung des Arbeitsbereichs eines Hallsensors.

Ein Hallsensor 1 weist eine Magnetfelderzeugungseinrichtung 2 auf, die aus drei Permanentmagneten 3, 4, 5 zusammengesetzt ist. Die Permanentmagnete können beispielsweise als SeCo- oder AlNiCo-Magnete ausgebildet sein. Der Einfachheit halber wird angenommen, daß die Magnetfelderzeugungseinrichtung 2 in einem kartesischen Koordinatensystem angeordnet ist, wobei die in Fig. 1 dargestellte Ebene die x-y-Ebene und die in Fig. 2 dargestellte Ebene die x-z-Ebene ist. Die drei Permanentmagnete 3-5 weisen jeweils einen Nordpol N und einen Südpol S auf. Die gedachte Verbindung zwischen Nordpol N und Südpol S wird im folgenden als Magnetachse bezeichnet, wobei vereinbart wird, daß die Richtung der Achse vom Südpol S zum Nordpol N verläuft. Demzufolge verläuft die Achse des Magneten 3 in positiver y-Richtung. Seine den Südpol S aufnehmende Polfläche 6 weist nach unten. Die Achse des Magne-

ten 4 verläuft in negativer x-Richtung, d. h. senkrecht zur Achse des Magneten 3. Die den Südpol S aufnehmende Polfläche 7 des Magneten 4 liegt auf seiner rechten Seite. Der Magnet 5 weist eine entgegengesetzte Orientierung auf, d. h. seine Achse weist in positive x-Richtung. Seine den Südpol S aufnehmende Polfläche 8 weist nach links. Alle Magnete haben eine vorbestimmte Ausdehnung in z-Richtung, wie dies aus Fig. 2 ersichtlich ist. Die Magnete 4 und 5 sind mit ihrer parallel zur Achse liegenden Seitenfläche 9, 10 an der Polfläche 6 des Magneten 3 befestigt. Es entsteht also eine zusammenhängende, nur den Südpol S enthaltende Polfläche, die drei Abschnitte aufweist, wobei die Abschnitte durch die Polflächen 7, 8 der Magnete 4, 5 und den freibleibenden Teil der Polfläche 6 des Magneten 3 gebildet sind. Dabei schneidet die den durch die Polfläche 7 gebildeten Abschnitt aufnehmende Ebene die die Polfläche 6 aufnehmende Ebene unter einem Winkel von etwa 90°. Der gleiche Winkel herrscht zwischen den die Polflächen 8 und die Polfläche 6 aufnehmenden Ebenen. Insgesamt ist die Magnetfelderzeugungseinrichtung 2 symmetrisch aufgebaut. Die durch die Abschnitte konturierte Polfläche der Magnetfelderzeugungseinrichtung weist praktisch Rinnen- oder Nutenform auf. Ein durch die Permanentmagnete erzeugtes Magnetfeld 11 tritt aus allen Polflächen, d. h. aus allen Seitenflächen und der Grundfläche der Rinne, aus. Da es aber durch die Öffnung der Rinne austreten muß, wird es verdichtet oder konzentriert.

In einem Träger 12 sind zwei Hallelemente 13, 14 in einer x-z-Ebene angeordnet. Die Hallelemente 13, 14 werden vom Magnetfeld 11 durchsetzt. Das Magnetfeld 11 ist der Übersicht halber in Form von Magnetfeldlinien lediglich für den Bereich zwischen der Magnetfelderzeugungseinrichtung 2 und dem Träger 12 dargestellt. Jede Feldlinie ist in Wirklichkeit aber geschlossen, d. h. sie tritt durch den Träger 12 und damit durch die Hallelemente 13, 14 hindurch und schließt sich dann zu dem dem gleichen Magneten zugehörigen Nordpol N. Dabei wird das Magnetfeld 11 teilweise durch eine Zahn-Nut-Struktur 15 geführt. Eine solche Zahn-Nut-Struktur kann beispielsweise durch ein Zahnrad gebildet sein, dessen Drehzahl ermittelt werden soll. Sie weist Zähne 16 und Nuten 17 auf. Wenn ein Zahn aus einer Richtung an die Hallelemente 13, 14 herangeführt wird, wird das Magnetfeld 11 aufgrund der höheren magnetischen Leitfähigkeit des Zahnes 16 gegenüber der Nut 17 in den Zahn gezogen. Das dem Zahn benachbarte Hallelement wird stärker durchflutet. Dementsprechend erhöht sich die von ihm erzeugte Ausgangsspannung. Gleichzeitig entfernt sich der vorhergehende Zahn vom anderen Hallelement, so daß dessen Ausgangsspannung absinkt. Zur Versorgung der Hallelemente 13, 14 mit Strom und zum Auswerten der durch das Magnetfeld 11 variierten Spannungen ist eine Versorgung und Auswerteeinrichtung 18 vorgesehen.

Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform, bei der Elemente, die denen der Fig. 1 entsprechen, mit um 100 erhöhten Bezugszeichen versehen sind. Die Magnetfelderzeugungseinrichtung 102 weist nur zwei Magnete 104 und 105 auf, deren Polflächen 107, 108 unter einem Winkel zusammenstoßen. Jede der jeweiligen Polflächen 107, 108 aufnehmende Ebene bildet mit der Ebene, in der die Hallelemente 113, 114 angeordnet sind, einen Winkel A. Das Magnetfeld, das durch die Polflächen 107, 108 austritt, wird bei Vernachlässigung der seitlich austretenden Feldlinien im wesentlichen um den Kehrwert des Sinus von A verdichtet. Die Hallelemente sind also

einem wesentlich stärkerem Magnetfeld ausgesetzt, als dies der Fall wäre, wenn sie lediglich der parallelen Polfläche eines Magneten gegenüberstünden.

Fig. 4 zeigt den durch die Anordnung nach Fig. 1 erzielten vorteilhaften Effekt. Die mit b beschriftete Achse gibt den Abstand an, den die Symmetrieebene des Trägers 12 von der Symmetrieebene der Magnetfelderzeugungseinrichtung 2 annehmen kann. In Richtung der Achse a wird der Abstand zwischen den Hallelementen 13, 14 und der Oberkante des Zahnes 16 aufgetragen.

Wenn Zahn 16 und Nut 17 gleich breit sind, sollte das durch die Hallelemente 13, 14 erzeugte Ausgangssignal ein Tastverhältnis von 50 : 50 aufweisen. Das Tastverhältnis ist unter anderem vom Abstand zwischen den Hallelementen 13, 14 und der Oberkante des Zahnes 16 sowie von dem Abstand der Symmetrieebene des Trägers 12 und der Magnetfelderzeugungseinrichtung 2 abhängig. Die Grenzkurven 19, 20 sind die Verbindung der Abstandskombinationen, bei denen ein Tastverhältnis von 30 : 70 (Grenzkurve 19) bzw. 70 : 30 (Grenzkurve 20) erreicht wird. Zwischen diesen beiden Grenzkurven befindet sich der Arbeitsbereich des Hallsensors, d. h. der Bereich, in dem der Träger 12 in Bezug auf die Nut-Zahn-Struktur 15 und die Magnetfelderzeugungseinrichtung 2 positioniert werden kann, um das gewünschte Tastverhältnis zu erzielen. Aufgenommen wurden diese Kurven 19, 20 mit einem Magneten mit einer Länge von 10 mm, einer Breite von 4 mm und einer Höhe von 6 mm. Bemerkenswert dabei ist, daß selbst in einem Abstand des Trägers 12 von der Oberkante des Zahnes 16 von 4 mm die Symmetrieebene des Trägers 12 von der Symmetrieebene der Magnetfelderzeugungseinrichtung 2 noch um + oder - 0,1 mm abweichen darf, ohne daß der Arbeitsbereich verlassen wird. Vermindert man den Abstand zwischen den Hallelementen 13, 14 und der Oberkante des Zahnes 16 auf 2 mm, darf der Abstand zwischen der Symmetrieebene des Trägers 12 und der Symmetrieebene der Magnetfelderzeugungseinrichtung 2 bereits 0,5 mm in beide Richtungen betragen. Dies sind über 10% der Breite des Magneten. Die Fertigungstoleranzen werden dadurch außerordentlich groß.

Patentansprüche

1. Hallsensor mit mindestens einem Hallelement, das einer Magnetfelderzeugungseinrichtung benachbart angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Magnetfelderzeugungseinrichtung (2, 102) auf der dem Hallelement (13, 14; 113, 114) zugewandten Seite eine konturierte Polfläche (6, 7, 8; 107, 108) aufweist, deren Querschnittsform mindestens zwei Abschnitte (7, 8; 107, 108) aufweist, die mit der Ebene des Hallelements (13, 14; 113, 114) einen Winkel (A) einschließen, wobei die Magnetfeldrichtung an der Polfläche im wesentlichen senkrecht zur Oberfläche verläuft.
2. Hallsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetfelderzeugungseinrichtung (2, 102) aus mindestens zwei Magneten (4, 5, 6; 104, 105) gebildet ist, deren Achsen einen Winkel miteinander einschließen.
3. Hallsensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnete (3-5; 104, 105) als Permanentmagnete ausgebildet sind.
4. Hallsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Hallelemente (13, 14; 113, 114) vorgesehen sind.

5. Hallsensor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschnitte (6, 7, 8; 107, 108) als ebene Flächen ausgebildet sind, wobei die Schnittlinie der diese Flächen (7, 8; 107, 108) aufnehmenden Ebenen mit der Ebene der Hallelemente (13, 14; 113, 114) parallel zur Trennungslinie zwischen den Hallelementen (13, 14; 113, 114) angeordnet sind.

6. Hallsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetfelderzeugungseinrichtung (2, 102) symmetrisch zu einer senkrecht zur Ebene des Hallelements (13, 14; 113, 114) verlaufenden Symmetrieebene angeordnet ist.

7. Hallsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Abschnitte (7, 8) durch einen Verbindungsabschnitt (6) miteinander verbunden sind, der im wesentlichen parallel zur Ebene des Hallelements (13, 14) angeordnet ist.

8. Hallsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Abschnitte (7, 8) annähernd senkrecht zur Ebene des Hallelements (13, 14) verlaufen.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —

BEST AVAILABLE COPY

